

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 729 781

(21) N° d'enregistrement national :

95 00724

(51) Int Cl⁶ : G 10 K 11/178, H 04 R 3/00

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 23.01.95.

(30) Priorité :

(71) Demandeur(s) : BERTIN ET CIE SOCIÉTÉ
ANONYME — FR.

(72) Inventeur(s) : GRAS FRANÇOIS NOEL et GERARD
PHILIPPE GREGOIRE.

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : 26.07.96 Bulletin 96/30.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

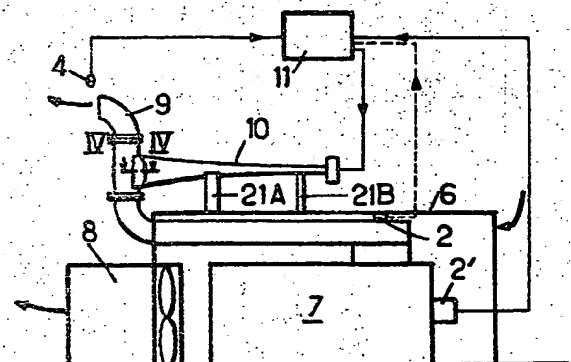
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : CABINET DE BOISSE.

(54) DISPOSITIF DE CONTRÔLE ACTIF DU BRUIT.

(57) Le dispositif comprend un générateur d'ondes acoustiques (10) et des moyens (2 ou 2', 4, 11) de commande du dit générateur (10) de manière que celui-ci émette des ondes acoustiques en opposition de phase avec les ondes acoustiques constituant le bruit. Selon l'invention, ledit générateur (10) est un amplificateur acoustique à interaction d'un écoulement de fluide sous pression avec un obstacle mobile (15) commandé par lesdits moyens (2 ou 2', 4, 11). Avantageusement ledit générateur (10) est un haut-parleur pneumatique.

Application au contrôle d'un bruit se propageant dans un environnement sévère et/ou polluant.



FR 2 729 781 - A1

La présente invention est relative à un dispositif de contrôle actif du bruit et, plus particulièrement, à un tel dispositif applicable notamment à un bruit de forte puissance acoustique se propageant dans un environnement sévère et/ou polluant. Plus particulièrement encore, l'invention est relative à un dispositif comprenant un générateur d'ondes acoustiques et des moyens de commande dudit générateur de manière que celui-ci émette dans ledit environnement des ondes acoustiques de forte puissance en opposition de phase avec les ondes acoustiques constituant le bruit, de manière à réduire le niveau de ce dernier.

On a représenté à la figure 1A du dessin annexé un tel dispositif de la technique antérieure qui fait intervenir, comme cela est courant, un dispositif de commande ou "contrôleur" numérique 1, un microphone 2 agencé pour être sensible à une source de bruit S, un générateur d'ondes acoustiques tel qu'un haut-parleur 3 par exemple, commandé par le contrôleur numérique 1 pour émettre un bruit en opposition de phase avec celui capté par le microphone 2 et un microphone de contrôle 4 sensible au bruit résiduel sortant d'une enceinte dans laquelle se propage le bruit capté par le microphone 2, en l'occurrence une tubulure 5 telle qu'une tubulure d'échappement d'un moteur à combustion interne, par exemple.

Le dispositif de la figure 1A est modélisé à la figure 1B. Le bruit émis par la source S subit dans l'environnement où il se propage (la tubulure 5 par exemple) un premier processus de transmission alors qu'une mesure de ce bruit subit, d'une part, un filtrage numérique en A et, en série, un deuxième processus de transmission (la transduction qui s'opère dans le haut-parleur 3) et, d'autre part, un filtrage numérique B qui modélise le premier processus de transmission. La sortie du filtre B est combinée au bruit résiduel résultant de la composition des sorties des premier et deuxième processus. Si le bruit résiduel est supérieur à une valeur de consigne prédéterminée, il s'opère une correction du filtre A visant à réduire ce bruit résiduel.

Pour ce faire, les signaux en provenance des microphones 2 et 4 sont échantillonnés, numérisés et traités dans le contrôleur numérique 1 de manière que les paramètres du filtre A soient modifiés à chaque échantillonnage par des algorithmes temporels de minimisation du type gradient, par exemple. Des dispositifs de traitement de signaux numériques utilisables pour ce faire sont disponibles dans le commerce.

Comme on l'a vu plus haut, le générateur d'ondes acoustiques 3, ou de "contre-bruit" est couramment constitué par un ou plusieurs haut-parleurs de type classique. On sait que ceux-ci comprennent une membrane réalisée en l'un quelconque de divers matériaux qui ont en commun leur fragilité.

Lorsqu'on tente d'utiliser de tels haut-parleurs pour engendrer un "contre-bruit" dans un environnement bruyant et sévère, à température élevée et circulation de poussière, comme c'est le cas de l'environnement des groupes électrogènes par exemple, les membranes des haut-parleurs classiques sont rapidement dégradées par la chaleur et la poussière, avec altération concomitante de leur performance, voire détruites. On a tenté de résoudre ce problème en proposant d'utiliser des haut-parleurs équipés de membranes en acier inoxydable, solution coûteuse, de mise en oeuvre difficile et délivrant une puissance insuffisante dans le cas de l'application décrite.

La présente invention a donc pour but de réaliser un dispositif de contrôle actif du bruit susceptible de fonctionner sans dégradation dans la chaleur et/ou la poussière.

On atteint ce but de l'invention, ainsi que d'autres qui apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, avec un dispositif de contrôle actif du bruit, applicable notamment à un bruit se propageant dans un environnement sévère et/ou polluant, du type qui comprend un générateur d'ondes acoustiques et des moyens de commande dudit générateur de manière que celui-ci émette dans ledit environnement des ondes acoustiques en opposition de phase

avec les ondes acoustiques constituant le bruit, ce générateur étant remarquable en ce qu'il est constitué par un amplificateur acoustique à interaction d'un écoulement de fluide sous pression avec un obstacle mobile commandé par
5 lesdits moyens.

Comme on le verra plus loin, le générateur de contre-bruit du dispositif suivant l'invention est capable de délivrer un contre-bruit puissant dans un large domaine de fréquences acoustiques, et présente une longue durée de vie
10 du fait qu'il est sans membrane sensible à la chaleur et que l'écoulement de fluide qui le traverse assure son auto-refroidissement et son auto-nettoyage dans un environnement chaud et chargé de poussière.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre et à l'examen du dessin annexé dans lequel :

- les figures 1A et 1B illustrent le dispositif de contrôle actif du bruit de la technique antérieure décrit en préambule de la présente description,
- 20 - la figure 2 représente un mode de réalisation du dispositif suivant la présente invention,
- la figure 3 est une vue en coupe axiale partielle du générateur de contre-bruit intégré au dispositif de la figure 2,
- 25 - la figure 4 est une vue partielle du dispositif de la figure 2, prise suivant le trait de coupe IV-IV de cette figure, et
- les figures 5A à 5E représentent schématiquement divers agencements du générateur de contre-bruit de la figure 2 par rapport à une tubulure dans laquelle circule un
30 bruit à réduire ou supprimer.

On se réfère à la figure 2 du dessin annexé où l'on a représenté, à titre d'exemple illustratif et non limitatif, un local 6 abritant un groupe électrogène 7, équipé d'un
35 dispositif de contrôle actif du bruit selon l'invention. Le local 6 est aéré par une ventilation 8. Le groupe électrogène comprend classiquement un moteur à combustion

interne entraînant une génératrice. Les gaz de combustion du moteur sont évacués par une tubulure d'échappement 9. On sait qu'une telle tubulure conduit un bruit important, constituant une nuisance dans le voisinage d'un tel groupe électrogène.

Pour réduire l'émission acoustique de cette tubulure, le dispositif suivant l'invention comprend classiquement un générateur d'ondes acoustiques 10 et des moyens commandant l'injection, par ce générateur, dans la tubulure 9 d'ondes acoustiques en opposition de phase avec celles qui circulent normalement dans cette tubulure quand le moteur tourne, de manière que la composition de ces ondes réduise l'amplitude des ondes résultantes à la sortie de la tubulure et donc les rejets de bruit dans l'environnement du local abritant le groupe électrogène.

Ces moyens peuvent comprendre un contrôleur numérique 11 tel que celui décrit en liaison avec les figures 1A et 1B. Le contrôleur reçoit les informations nécessaires à son fonctionnement, d'un microphone de contrôle 4 analogue à celui représenté à la figure 1A et disposé à la sortie de la tubulure 9, et d'un capteur 2' de vitesse de rotation du moteur d'entraînement de la génératrice. Celui-ci joue le rôle du microphone 2 de la figure 1A car la fréquence fondamentale et l'amplitude du bruit émis par le moteur sont fonction de la vitesse de rotation. Bien entendu, ce capteur pourrait être remplacé par un microphone 2 refroidi, convenablement placé dans la tubulure 9, comme représenté en trait interrompu à la figure 2.

Suivant une caractéristique essentielle du dispositif selon l'invention, le générateur 10 d'ondes acoustiques est un amplificateur acoustique à interaction d'un écoulement de fluide sous pression avec un obstacle mobile commandé par les moyens 11. Un tel générateur est connu des brevets français No. 2.442.565, 2.572.615 et 2.637.148 déposés par la demanderesse. La figure 3 représente schématiquement et partiellement un tel générateur, dit "haut-parleur pneumatique", en coupe axiale. Ce haut-parleur fonctionne à

l'aide d'un débit continu de fluide sous pression s'écoulant, suivant les flèches, à travers un circuit pneumatique qui s'étend depuis une entrée de fluide 12 jusqu'à une sortie constituée par le pavillon 13 du haut-parleur, en passant par un col intermédiaire annulaire 14 au droit duquel des fluctuations modulées du débit autour d'une valeur moyenne sont provoquées par des déplacements axiaux d'un obstacle annulaire modulateur de débit.

Cet obstacle est constitué par un prolongement d'un équipement mobile 15 d'un transducteur à bobine électromagnétique 15A supporté par des frettes élastiques 16, 17 dans un entrefer défini par des pièces polaires 18, 19, la pièce 19 étant accolée à un aimant permanent 20. La position de l'équipage mobile dans le col 14 est commandée par l'intensité du courant délivré à la bobine 15a par le contrôleur 11. C'est ainsi qu'est modulée la section du col 14 et donc le signal acoustique qui se propage dans le pavillon 13. On pourra se référer aux brevets précités de la demanderesse pour plus de détails concernant la structure et le fonctionnement du haut-parleur 10.

On se réfère à l'ensemble des figures 2 et 4 pour décrire les moyens utilisés pour connecter le haut-parleur 10 à la tubulure 9. Sur la figure 2, il apparaît que le pavillon 13 du haut-parleur 10 est très allongé, comme il convient pour l'émission d'un contre-bruit de basse fréquence fondamentale, de l'ordre de quelques centaines de hertz, correspondant à la fréquence de rotation du moteur du groupe électrogène. Ce pavillon est alors supporté, sur le toit du local 6, par des berceaux 21a, 21b. On a représenté à la figure 4 le raccordement de l'extrémité du pavillon 13 à la tubulure 9. Ce raccordement est constitué par une bride 22 soudée autour d'une ouverture percée dans la tubulure 9, cette bride recevant l'extrémité du pavillon 13 qu'elle retient à l'aide de boulons (non représentés) par exemple.

Pour assurer la continuité de l'écoulement des gaz de combustion et l'absence de "sifflet" au niveau du débouché du pavillon 13 et la bride 22 dans la tubulure 9, on peut

avantageusement disposer sur l'ouverture découpée dans cette tubulure un écran 23 en un tissu métallique à mailles serrées, transparent vis-à-vis des ondes acoustiques. Un tel tissu métallique, par exemple du type "Reps", est disponible
5 dans le commerce.

On a construit un haut-parleur pneumatique capable d'émettre un signal acoustique d'une puissance de 145 dB (référence 10^{-12} watt) dans la bande de fréquence 40-3000 Hz avec un rapport signal/bruit supérieur à 20 dB. Le puissant
10 signal ainsi obtenu fait de ce haut-parleur un organe de choix pour le contrôle du bruit émis par des installations particulièrement bruyantes telles que le groupe électrogène de la figure 2.

Surtout, on remarquera que le haut-parleur 10 est
15 dépourvu de la membrane qui garnit classiquement un haut-parleur. On sait que cette membrane, organe essentiel, est normalement réalisée en un matériau du type carton, particulièrement fragile et très sensible en particulier à la température et aux poussières qui circulent dans
20 l'environnement où il est installé.

Le haut-parleur pneumatique du dispositif suivant l'invention, qui ne comprend pas une telle membrane, est d'autant plus résistant qu'il peut être entièrement réalisé en des matériaux, notamment métalliques, très résistants à
25 la chaleur. Des essais ont même montré que ce haut-parleur pouvait parfaitement fonctionner avec une alimentation en air chauffé à 150° environ.

Par ailleurs, la circulation d'air qui est nécessaire à son fonctionnement assure un nettoyage continu des organes
30 essentiels du haut-parleur, notamment le col 14 et l'obstacle mobile 15, par entraînement vers l'extérieur des particules de poussière qui pourraient s'y déposer. Le dispositif suivant l'invention est donc particulièrement bien adapté à l'émission d'un contre-bruit dans un
35 environnement chaud et poussiéreux, comme on en trouve dans de nombreuses installations industrielles.

Dans l'application illustrée à la figure 2, le

dispositif a permis de réduire très sensiblement l'émission de bruit du groupe électrogène alors que la tubulure 9 débitait 10.000 m³/h de gaz d'échappement à 560°C.

On a représenté aux figures 5A à 5E d'autres modes d'implantation du haut-parleur 10 du dispositif selon l'invention, par rapport à une tubulure 9 émettrice de bruit. A la figure 5A, le haut-parleur est monté "en doublet" parallèlement et à côté de la sortie de la tubulure. A la figure 5B, cette sortie et l'axe du haut-parleur sont coaxiaux. Cette disposition convient évidemment seulement si le diamètre de la tubulure est sensiblement plus petit que celui de l'ouverture du pavillon du haut-parleur pneumatique. A la figure 5C, le pavillon est encore coaxial à la sortie de la tubulure, mais intérieurement à celle-ci. Cette disposition convient quand le diamètre de la tubulure est nettement supérieur à celui du haut-parleur pneumatique. Plusieurs haut-parleurs pourraient alors éventuellement être disposés en parallèle dans la tubulure, pour augmenter le niveau du contre-bruit si nécessaire. A la figure 5D, on a représenté deux haut-parleurs pneumatiques 10', 10" en regard, débouchant dans une enceinte 24 coaxiale à la sortie de la tubulure, comme cela est courant avec des haut-parleurs de structure classique. La figure 5E illustre un dispositif qui convient à des haut-parleurs pneumatiques à long pavillon, pour l'émission d'un contre-bruit à basse fréquence de coupure (inférieure à 25 Hz par exemple). Le pavillon pourrait alors s'inscrire dans un espace relativement peu volumineux en s'enroulant sur lui-même, à la manière d'un cor de chasse.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. Ainsi, le dispositif suivant l'invention pourrait trouver aussi application à l'émission d'un contre-bruit dans un environnement où les conditions de température et/ou de pollution ne sont pas particulièrement sévères. De même, l'invention n'est pas limitée à l'utilisation d'un haut-parleur du type décrit dans les

brevets précités de la demanderesse et s'étend à l'utilisation d'autres amplificateurs acoustiques sans membrane, tels que des sirènes ou autres générateurs de bruit à haut niveau sonore, fonctionnant par modulation d'un écoulement de fluide, dans la mesure où les performances de ces sirènes ou générateurs en matière de niveau sonore, de bande passante, de rapport signal/bruit et de commande en phase par rapport au bruit à réduire, pourraient s'avérer satisfaisantes pour certaines installations de contrôle de bruit qui n'exigeraient pas une grande souplesse de l'émetteur utilisé en ce qui concerne ses performances.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de contrôle actif du bruit, du type qui comprend un générateur d'ondes acoustiques (10) et des moyens (2 ou 2', 4, 11) de commande dudit générateur (10) de manière que celui-ci émette des ondes acoustiques en opposition de phase avec les ondes acoustiques constituant le bruit, caractérisé en ce que ledit générateur (10) est un amplificateur acoustique à interaction d'un écoulement de fluide sous pression avec un obstacle mobile (15) commandé par lesdits moyens (2 ou 2', 4, 11).
2. Dispositif conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que l'obstacle (15) est monté sur l'équipage mobile d'un transducteur électromagnétique (15, 18, 19, 20), l'équipage mobile supportant une bobine (15a) alimentée par les moyens de commande (2 ou 2', 4, 11).
3. Dispositif conforme à la revendication 2, caractérisé en ce que ledit générateur (10) est un haut-parleur pneumatique.
4. Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit haut-parleur (10) comprend un pavillon (13) agencé de manière que son émission acoustique interfère avec celle d'une tubulure (9) émettrice du bruit à contrôler.
5. Dispositif conforme à la revendication 4, caractérisé en ce que ledit pavillon (13) est disposé parallèlement et à proximité de la sortie de la tubulure (9), les ouvertures du pavillon et de la tubulure étant sensiblement coplanaires.
6. Dispositif conforme à la revendication 4, caractérisé en ce que l'ouverture du pavillon (13) est raccordée à la tubulure, perpendiculairement à l'axe de celle-ci.
7. Dispositif conforme à la revendication 6, caractérisé en ce que, à l'endroit du raccordement, la paroi de la tubulure est remplacée par un tissu métallique (13) à mailles serrées.
8. Dispositif conforme à la revendication 4,

caractérisé en ce que ledit pavillon (13) est disposé coaxialement à la sortie de la tubulure (9), à l'extérieur de celle-ci.

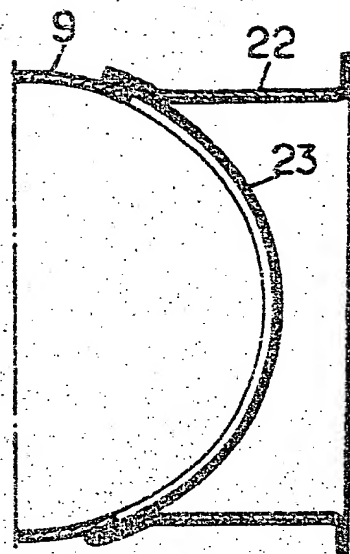
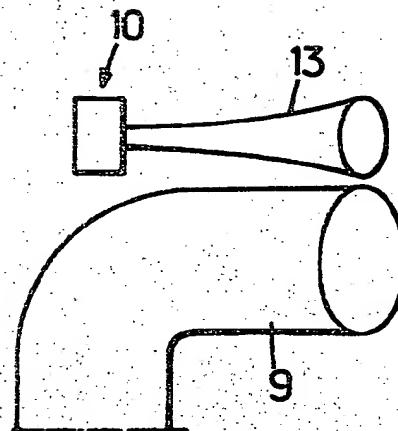
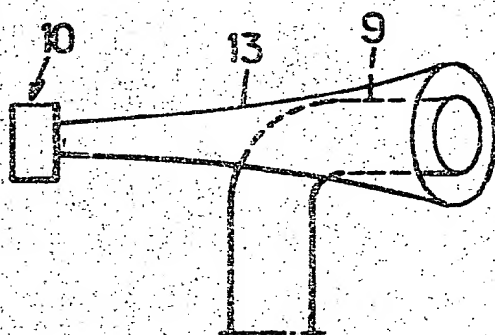
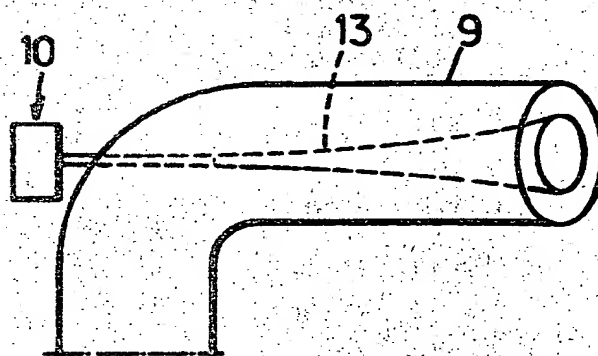
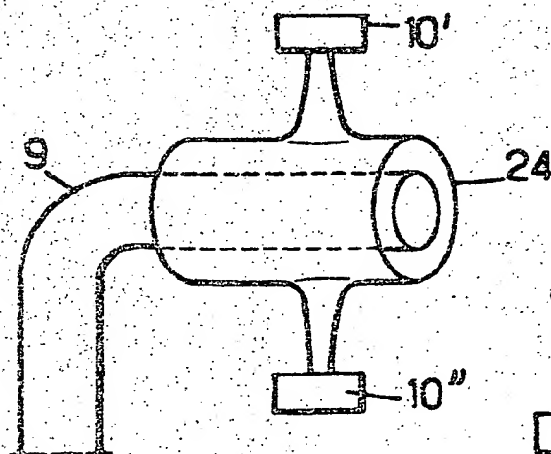
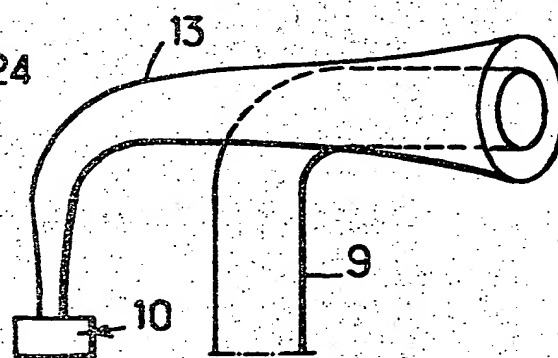
- 5 9. Dispositif conforme à la revendication 4, caractérisé en ce que la sortie de la tubulure (9) est disposée coaxialement à la sortie du pavillon (13), à l'extérieur de celui-ci.

- 10 10. Dispositif conforme à la revendication 9, caractérisé en ce que ledit pavillon s'enroule sur lui-même en cor de chasse.

11. Dispositif conforme à la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comprend une pluralité de haut-parleurs (10', 10'') débouchant dans une enceinte (24) enveloppant la sortie de la tubulure (9).

- 15 12. Application du dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 11, au contrôle du bruit se propageant dans un environnement sévère et/ou polluant.

2-2

FIG.:4FIG.:5AFIG.:5BFIG.:5CFIG.:5DFIG.:5E

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLERAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheFA 511828
FR 9500724

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			Revendications concernées de la demande nationale
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	DE-A-40 11 658 (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 17 Octobre 1991	1	
Y	* colonne 1, ligne 21 - colonne 2, ligne 26; revendications 1,2; figures 1,7 *	2-5,11	
X	EP-A-0 454 342 (FORD MOTOR CO ; FORD WERKE AG (DE); FORD FRANCE (FR); FORD MOTOR CO) 30 Octobre 1991	1,6	
	* colonne 2, ligne 10 - ligne 50; figure 1 *		
D,Y	FR-A-2 572 615 (BERTIN & CIE) 2 Mai 1985	2,3	
	* le document en entier *		
Y	WO-A-94 22403 (NOISE CANCELLATION TECH) 13 Octobre 1994	4,5	
	* abrégé; figures 1-3 *		
A	WO-A-93 22763 (FUJITSU TEN LTD ; SAKIYAMA KAZUHIRO (JP); SAKO KAZUYA (JP); NAGAMI) 11 Novembre 1993	8,11	
	* figure 17 *		
Y	EP-A-0 454 341 (FORD MOTOR CO ; FORD WERKE AG (DE); FORD FRANCE (FR); FORD MOTOR CO) 30 Octobre 1991	11	
	* colonne 2, ligne 18 - ligne 21 *		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Art. CL 6)
			G10K
Date d'achèvement de la recherche			Examinateur
6 Octobre 1995			de Heering, P
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul		I : thème ou principe à la base de l'invention	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		E : document de brevet intéressant d'une date antérieure à la date de dépôt ou qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qui a une date postérieure	
A : pertinent à l'examen d'un motif une revendication ou arrière-plan technologique général		D : cité dans la demande	
O : divulgation non écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intermédiaire		& : examen de la même famille, document correspondant	